

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202391201** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2023.07.21

(22) Дата подачи заявки
2021.10.21

(51) Int. Cl. *C04B 24/18* (2006.01)
C04B 24/06 (2006.01)
C04B 24/26 (2006.01)
C04B 28/02 (2006.01)
C04B 28/08 (2006.01)

(54) **ДОБАВКА ДЛЯ БЕТОНА**

(31) 2020-178200

(32) 2020.10.23

(33) JP

(86) PCT/JP2021/038902

(87) WO 2022/085754 2022.04.28

(71) Заявитель:
**КОНСТРАКШН РИСЕРЧ ЭНД
ТЕКНОЛОДЖИ ГМБХ (DE)**

(72) Изобретатель:

**Камесима Кэнта, Сакуэ Дзиро,
Коидзуми Синити (JP)**

(74) Представитель:

**Веселицкий М.Б., Кузенкова Н.В.,
Каксис Р.А., Белоусов Ю.В., Куликов
А.В., Кузнецова Е.В., Соколов Р.А.,
Кузнецова Т.В. (RU)**

(57) Настоящее изобретение обеспечивает добавку для бетона с отличной способностью сохранять текучесть в течение длительного времени, составляющего 120 мин до укладки бетона, без потери прочности, и при этом вследствие достижения подходящего времени схватывания можно получить подходящее время удобоукладываемости и технологичность, и при этом можно подавить возникновение выпотевания. Указанная добавка для бетона содержит производное лигнина (А), сополимер (Б), имеющий гидролизуемую группу, и компонент (В) регулирования вязкости на (мет)акриловой основе, причем сополимер (Б), имеющий гидролизуемую группу, представляет собой сополимер по меньшей мере двух мономеров, состоящий из этиленненасыщенного мономера (б1), обладающего способностью к гидролизу, и этиленненасыщенного мономера (б2), имеющего цепь простого эфира полиалкиленоксида.

A1

202391201

202391201

A1

ДОБАВКА ДЛЯ БЕТОНА

5 **Область техники**

[0001] Настоящее изобретение относится к добавке для бетона, которая регулирует способность сохранять текучесть (текучесть) бетона; и относится, например, к добавке для бетона, применяемой в тощей бетонной смеси с высоким соотношением воды к цементу.

10 **Предпосылки создания изобретения**

[0002] Строительные материалы, такие как бетон, в основном применяются при строительстве гражданских инженерных сооружений, таких как туннели, мосты и дороги, или при строительстве зданий. Бетон, который применяют в качестве строительного материала во время строительства, должен обладать

15 подходящей текучестью, способностью сохранять текучесть и временем удобоукладываемости (технологичностью), а также он должен иметь достаточную прочность в полученных сооружениях и зданиях. Соответственно, необходимо, чтобы бетон изготавливался посредством подходящего смешивания гидравлических вяжущих веществ, таких как цемент, заполнителей, воды,

20 добавок, и т.д.. Более того, бетон должен транспортироваться к строительной площадке в состоянии, в котором поддерживается его качество, а также должен сохраняться в состоянии, в котором поддерживается его качество.

[0003] Таким образом, был разработан бетон, имеющий подходящую текучесть с небольшим изменением текучести с течением времени (патентная

25 литература 1). Однако, поскольку бетон в соответствии с патентной литературой 1 требует большого количества гидравлического вяжущего вещества, такого как цемент, химической добавки и компонента в виде загустителя для смешивания бетона, то возникали такие проблемы, как: рост затрат; сложности с подачей вследствие роста вязкости бетона; а также

30 необходимость добавления загустителя с помощью ручного труда или добавления отдельно присоединяемого устройства. Таким образом, бетон в соответствии с патентной литературой 1 не может применяться в случае бетона с высоким соотношением воды к цементу, который часто представлен на рынке.

[0004] Патентная литература 2 раскрывает способ, в котором посредством применения ВВ (*воздухововлекающей*) уменьшающей количество воды добавки, где фиксированное количество загущающего компонента добавляли в бетон со сравнительно высоким соотношением воды к цементу и содержащим 70 % по массе или более добавок, подходящую способность сохранять текучесть можно обеспечить без уменьшения удельного расхода воды затворения или количества применяемой добавки, просто посредством добавления ВВ уменьшающей количество воды добавки с помощью обычного устройства без необходимости в добавлении специального устройства. Однако, при добавлении компонента в виде загустителя в ВВ уменьшающую количество воды добавку, стабильность этого раствора часто становилась проблемой, и при этом в предшествующей патентной литературе 2 не указаны компоненты загустителя. Более того, в соответствии с исследованием, проведенным настоящими изобретателями, было понятно, что в зависимости от компонентов загустителя, существует проблема осаждения определенных компонентов, в зависимости от сродства с компонентами других ВВ уменьшающих количество воды добавок (которое далее описано как 'совместимость'). Более того, степень улучшения способности сохранять текучесть соответствовала только той степени, в которой значение осадки конуса улучшилось примерно на 5 см через 60 минут.

[0005] Более того, в тощей бетонной смеси с высоким соотношением воды к цементу, существует тенденция к быстрому возникновению выпотевания, когда после укладки бетона, повышается количество воды, а заполнитель и гидравлическое вяжущее вещество, такое как цемент, осаждаются. Если происходит выпотевание, то водонепроницаемость бетона ухудшается и, таким образом, выпотевание необходимо подавить, особенно в случае тощей бетонной смеси с высоким соотношением воды к цементу. В частности, проблема возникала в бетоне, в котором применяли доменный цемент (при этом доменный цемент представляет собой цемент, в который добавляли мелкий порошок доменного шлака), в случае которого, если соотношение воды к цементу повышается, то способность сохранять текучесть не только ухудшается, но и происходит намного больше выпотевания.

Перечень ссылок**Патентная литература**

[0006] Патентная литература 1 JP 3065476 B

Патентная литература 2 JP 6076722 B

5 Краткое описание изобретения**Техническая задача**

[0007] Принимая во внимание упомянутое выше обстоятельство, целью настоящего изобретения является обеспечение добавки для бетона, которая не только имеет отличную совместимость в качестве добавки, а также, для бетона, в котором добавку применяли, обеспечение отличной способности сохранять текучесть в течение длительного времени, составляющего 120 минут, до укладки бетона без потери прочности, и в котором можно получить подходящее время удобоукладываемости и технологичность, поскольку достигается подходящее время схватывания, и в котором при этом можно подавить выпотевание.

15 Решение задачи

[0008] Суть составляющих настоящего изобретения состоит в следующем.

[1] Добавка для бетона, содержащая производное лигнина (А), сополимер (Б), имеющий гидролизуемую группу, и компонент (В) регулирования вязкости на (мет)акриловой основе, причем сополимер (Б), имеющий гидролизуемую группу, представляет собой сополимер по меньшей мере двух мономеров, состоящий из этиленненасыщенного мономера (б1), обладающего способностью к гидролизу, и этиленненасыщенного мономера (б2), имеющего цепь простого эфира полиалкиленоксида.

[2] Добавка для бетона, описанная в пункте [1], дополнительно содержащая гидроксикарбоновую кислоту и/или сахарид (Г).

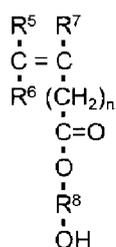
[3] Добавка для бетона, описанная в пункте [1] или [2], причем молярное соотношение этиленненасыщенного мономера (б1), обладающего способностью к гидролизу, и этиленненасыщенного мономера (б2), имеющего цепь простого эфира полиалкиленоксида, составляет 0,50 или более и 10 или менее.

[4] Добавка для бетона, описанная в пункте [1] или [2], причем молярное соотношение этиленненасыщенного мономера (б1), обладающего способностью к гидролизу, и этиленненасыщенного мономера (б2), имеющего

цепь простого эфира полиалкиленоксида, составляет 1,1 или более и 5,0 или менее.

[5] Добавка для бетона, описанная в одном из пунктов [1] - [4], причем этиленненасыщенный мономер (б1), обладающий способностью к гидролизу, представляет собой соединение, представленное следующей общей формулой (1):

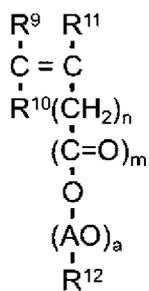
[Соед. 1]



(1)

(где R^5 , R^6 , R^7 каждая независимо друг от друга представляет собой водород или метильную группу; R^8 представляет собой алкиленовую группу с количеством атомов углерода от 2 до 20; и n представляет собой целое число от 0 до 2.).

[6] Добавка для бетона, описанная в одном из пунктов [1] - [5], причем этиленненасыщенный мономер (б2), имеющий цепь простого эфира полиалкиленоксида, представляет собой соединение, представленное следующей общей формулой (2):



(2)

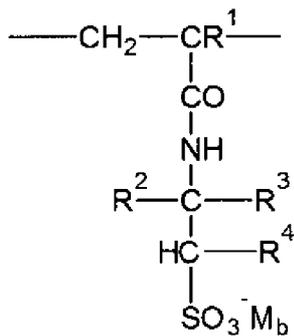
[Соед. 2]

(где R^9 , R^{10} , R^{11} каждая независимо друг от друга представляет собой водород или метильную группу; R^{12} представляет собой водород, метильную группу или алифатическую углеводородную группу с количеством атомов углерода от 2 до 20; АО представляет собой алкиленоксидную группу с количеством атомов углерода от 2 до 4; а представляет собой целое число от 1 до 350; m представляет собой целое число, составляющее 0 или 1; и n представляет собой целое число от 0 до 2.).

[7] Добавка для бетона, описанная в одном из пунктов [1] - [6], причем компонент (В) регулирования вязкости на (мет)акриловой основе представляет собой полимер, содержащий в качестве составного звена, мономер, который представляет собой содержащее сульфогруппу производное (мет)акриловой кислоты.

[8] Добавка для бетона, описанная в одном из пунктов [1] - [7], причем среднечисловая молекулярная масса компонента (В) регулирования вязкости на (мет)акриловой основе находится в диапазоне от 50 000 г/моль или более до 20 000 000 г/моль или менее.

[9] Добавка для бетона, описанная в пункте [7], причем полимер, содержащий в качестве составного звена мономер, который представляет собой содержащее сульфогруппу производное (мет)акриловой кислоты, представляет собой соединение, имеющее составное звено, представленное следующей общей формулой (3):



(3)

[Соед. 3]

(где R^1 представляет собой водород или метильную группу; R^2 , R^3 , R^4 каждая независимо друг от друга представляет собой водород, алифатическую углеводородную группу с количеством атомов углерода от 1 до 6, или фенильную группу, которая может быть замещена метильной группой; M представляет собой водород, натрий, калий, кальций, магний, аммоний, или аммоний, замещенный органической группой; и b представляет собой 1/2 или 1.).

[10] Добавка для бетона, описанная в одном из пунктов [1] - [9], причем в добавке для бетона содержится 0,50 % по массе или более и 20,0 % по массе или менее производного лигнина (А).

[11] Добавка для бетона, описанная в одном из пунктов [1] - [10], причем в добавке для бетона содержится 0,50 % по массе или более и 30,0 % по массе или менее сополимера (Б), имеющего гидролизуемую группу.

5 [12] Добавка для бетона, описанная в одном из пунктов [1] - [11], причем в добавке для бетона содержится 0,001 % по массе или более и 0,150 % по массе или менее компонента (В) регулирования вязкости на (мет)акриловой основе.

[13] Добавка для бетона, описанная в одном из пунктов [1] - [12], причем в добавке для бетона содержится 0,10 % по массе или более и 20,0 % по массе или менее гидроксикарбоновой кислоты и/или сахара (Г).

10 [14] Бетон, содержащий добавку для бетона, описанную в одном из пунктов [1] - [12], причем соотношение воды к цементу, которое указывает соотношение массы воды к массе цемента, составляет 45 % или более.

[15] Бетон, содержащий добавку для бетона, описанную в одном из пунктов [1] - [12], и содержащий более 30 % по массе доменного шлака.

15 [16] Применение добавки для бетона, описанной в одном из пунктов [1] - [12], причем добавку добавляют в бетон с соотношением воды к цементу, которое указывает соотношение массы воды к массе цемента, составляющим 45 % или более.

20 [17] Применение добавки для бетона, описанной в одном из пунктов [1] - [12], причем добавку добавляют в бетон, содержащий более 30 % по массе доменного шлака.

Полезные эффекты изобретения

[0009] В соответствии с одним аспектом добавки для бетона в соответствии с настоящим изобретением, добавка для бетона содержит производное
25 лигнина (А), сополимер (Б), имеющий гидролизуемую группу, и компонент (В) регулирования вязкости на (мет)акриловой основе, и вследствие того, что сополимер (Б), имеющий гидролизуемую группу, представляет собой сополимер по меньшей мере двух мономеров, состоящий из этиленненасыщенного мономера (б1), обладающего способностью к гидролизу, и этиленненасыщенного
30 мономера (б2), имеющего цепь простого эфира полиалкиленоксида, добавка для бетона в соответствии с настоящим изобретением представляет собой добавку, обладающую отличной совместимостью, и имеет отличную способность сохранять текучесть в течение длительного времени, составляющего 120 минут до укладки бетона, без потери прочности. Кроме того, можно получить

подходящее время удобоукладываемости и технологичность, поскольку при этом достигают подходящего времени схватывания, и возникновение выпотевания можно подавить. В частности, в соответствии с одним аспектом добавки для бетона в соответствии с настоящим изобретением, даже для тощей бетонной смеси с высоким соотношением воды к цементу, способность сохранять текучесть является отличной без потери прочности. Более того, вследствие достижения подходящего времени схватывания, можно получить не только подходящее время удобоукладываемости и технологичность, но и возникновение выпотевания также можно подавить.

10 [0010] В соответствии с одним аспектом добавки для бетона в соответствии с настоящим изобретением, вследствие дополнительного содержания гидроксикарбоновой кислоты и/или сахара (Г), способность сохранять текучесть может улучшаться дополнительно и, в частности, отличную способность сохранять текучесть можно получить даже в условиях высокой температуры окружающей среды (например, при 30 °С или выше).

15 [0011] В соответствии с одним аспектом добавки для бетона в соответствии с настоящим изобретением, вследствие того, что молярное соотношение этиленненасыщенного мономера (б1), обладающего способностью к гидролизу, и этиленненасыщенного мономера (б2), имеющего цепь простого эфира полиалкиленоксида, составляет 0,50 или более и 10 или менее, наверняка можно получить отличную способность сохранять текучесть. Более того, вследствие того, что молярное соотношение этиленненасыщенного мономера (б1), обладающего способностью к гидролизу, и этиленненасыщенного мономера (б2), имеющего цепь простого эфира полиалкиленоксида, составляет 1,1 или более и 20 5,0 или менее, способность сохранять текучесть улучшается дополнительно в течение более длительного времени.

25 [0012] В соответствии с одним аспектом добавки для бетона в соответствии с настоящим изобретением, при содержании в добавке для бетона 0,50 % по массе или более и 20,0 % по массе или менее производного лигнина (А), 30 наверняка можно получить достаточную целостность и отличную способность сохранять текучесть, в то время как надежно предотвращаются чрезмерное повышение вязкости и избыточная способность бетона к снижению количества воды, следовательно можно получить технологичность и обрабатываемость.

Термин 'целостность' указывает на то, что целостность заполнителя и цементного теста является хорошей, и что заполнитель сложно отделить.

[0013] В соответствии с одним аспектом добавки для бетона в соответствии с настоящим изобретением, при содержании 0,50 % по массе или более и 30,0 % по массе или менее сополимера (Б), имеющего гидролизуемую группу, наверняка можно получить отличную способность сохранять текучесть, в то время как избыточная способность к снижению количества воды предотвращается.

[0014] В соответствии с одним аспектом добавки для бетона в соответствии с настоящим изобретением, при содержании 0,001 % по массе или более и 0,150 % по массе или менее компонента (В) регулирования вязкости на (мет)акриловой основе, совместимость добавки дополнительно улучшается, и при этом надежно получают достаточную целостность и отличную способность сохранять текучесть, в то время как предотвращаются чрезмерное повышение вязкости бетона и понижение совместимости добавки для бетона. Более того, в соответствии с одним аспектом добавки для бетона в соответствии с настоящим изобретением, при содержании 0,10 % по массе или более и 20,0 % по массе или менее гидроксикарбоновой кислоты и/или сахара (Г), надежно получают отличную способность сохранять текучесть, в то время как при этом можно получить подходящую способность к снижению количества воды и замедление схватывания.

Описание вариантов осуществления

[0015] Добавка для бетона в соответствии с настоящим изобретением содержит производное лигнина (А), сополимер (Б), имеющий гидролизуемую группу, и компонент (В) регулирования вязкости на (мет)акриловой основе, причем сополимер (Б), имеющий гидролизуемую группу, представляет собой сополимер по меньшей мере двух мономеров, состоящий из этиленненасыщенного мономера (б1), обладающего способностью к гидролизу, и этиленненасыщенного мономера (б2), имеющего цепь простого эфира полиалкиленоксида. Добавка для бетона в соответствии с настоящим изобретением представляет собой раствор, в котором упомянутые выше компоненты диспергированы и растворены в дисперсионной среде (такой как вода).

[0016] Добавка для бетона в соответствии с настоящим изобретением содержит производное лигнина (А), сополимер (Б), имеющий гидролизуемую

группу, и компонент (В) регулирования вязкости на (мет)акриловой основе, и вследствие того, что сополимер (Б), имеющий гидролизуемую группу, представляет собой сополимер по меньшей мере двух мономеров, состоящий из этиленненасыщенного мономера (б1), обладающего способностью к гидролизу, и этиленненасыщенного мономера (б2), имеющего цепь простого эфира полиалкиленоксида, добавка для бетона в соответствии с настоящим изобретением представляет собой добавку, обладающую отличной совместимостью, и имеет отличную способность сохранять текучесть в течение длительного времени, составляющего 120 минут до укладки бетона, без потери прочности. Кроме того, вследствие достижения подходящего времени схватывания можно получить подходящее время удобоукладываемости и технологичность, и при этом можно подавить возникновение выпотевания. В частности, даже для тощей бетонной смеси с соотношением воды к цементу, составляющим 45 % или более, которое указывает соотношение массы воды к массе цемента, способность сохранять текучесть является отличной без потери прочности. Более того, вследствие достижения подходящего времени схватывания, можно не только получить подходящее время удобоукладываемости и технологичность, но и возникновение выпотевания также наверняка можно подавить.

[0017] Упомянутое выше компоненты добавки для бетона в соответствии с настоящим изобретением подробно поясняются ниже.

[0018] < Производное лигнина (А) >

Производное лигнина способствует обеспечению подходящей способности к снижению количества воды и состоянию целостности, а также обеспечению отличной способности сохранять текучесть, даже для тощей бетонной смеси с высоким соотношением воды к цементу. Производное лигнина может представлять собой производное лигнина на основе лигнинсульфоновой кислоты, и производное лигнина, которое представляет собой продукт реакции соединения на основе лигнинсульфоновой кислоты и ароматического растворимого в воде соединения, и т.д.. Производное лигнина может также представлять собой диспергирующий агент на основе лигнинсульфоновой кислоты (ВВ уменьшающая количество воды добавка).

[0019] Содержание (содержание твердых веществ) производного лигнина особо не ограничено, но с точки зрения надежного получения достаточной

целостности и отличной способности сохранять текучесть, его нижнее предельное значение в добавке для бетона предпочтительно составляет 0,50 % по массе, более предпочтительно 2,00 % по массе, и особенно предпочтительно 5,00 % по массе. При этом, с точки зрения надежного предотвращения

5 чрезмерного повышения вязкости бетона и избыточной способности к снижению количества воды, а также получения технологичности и обрабатываемости, верхнее предельное значение содержания (содержание твердых веществ) производного лигнина в добавке для бетона предпочтительно составляет 20,0 % по массе, и особенно предпочтительно 15,0 % по массе.

10 [0020] < Сополимер (Б), имеющий гидролизуемую группу >

Сополимер, имеющий гидролизуемую группу, представляет собой сополимер по меньшей мере двух мономеров, состоящий из этиленненасыщенного мономера (б1), обладающего способностью к гидролизу, и этиленненасыщенного мономера (б2), имеющего цепь простого эфира

15 полиалкиленоксида. Следовательно, сополимер, имеющий гидролизуемую группу, представляет собой сополимер по меньшей мере двух мономеров, состоящих, в качестве основных составных компонентов, из этиленненасыщенного мономера, обладающего способностью к гидролизу, и этиленненасыщенного мономера, имеющего цепь простого эфира

20 полиалкиленоксида. Соответственно, сополимер, имеющий гидролизуемую группу имеет, составное звено, полученное из этиленненасыщенного мономера, обладающего способностью к гидролизу, и составное звено, полученное из этиленненасыщенного мономера, имеющего цепь простого эфира полиалкиленоксида.

25 [0021] Таким образом, в результате добавления сополимера, имеющего гидролизуемую группу, получают подходящее время схватывания и свойства подавления выпотевания, способствуя при этом отличной способности сохранять текучесть. Более того, сополимер, имеющий гидролизуемую группу, образует активные центры связывания с гидравлической цементной композицией, такой

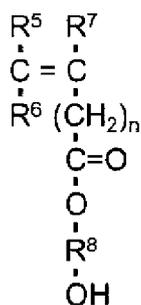
30 как цемент, поскольку гидролизуемая группа гидролизуется и, таким образом, сополимер, содержащий остатки этиленненасыщенного мономера, гидролизуемая группа которого была гидролизована, обладает улучшенной диспергируемостью в бетоне. В качестве активных центров связывания с гидравлической цементной композицией предпочтительной является группа карбоновой кислоты.

[0022] Этиленненасыщенный мономер (б1), обладающий способностью к гидролизу

Этиленненасыщенный мономер, обладающий способностью к гидролизу, представляет собой мономер, который, в результате гидролиза, образует активные центры связывания с гидравлической цементной композицией, в щелочной среде в гидравлической цементной композиции и т.д.. Структурные звенья, полученные из этиленненасыщенного мономера, обладающего способностью к гидролизу, вместе со структурными звеньями, полученными из этиленненасыщенного мономера, имеющего цепь простого эфира полиалкиленоксида, обеспечивают подходящее время схватывания и свойства подавления выпотевания, способствуя при этом отличной способности сохранять текучесть. Более того, структурные звенья, полученные из этиленненасыщенного мономера, обладающего способностью к гидролизу, при гидролизе образуют активные центры связывания с гидравлической цементной композицией, а сополимер, содержащий остатки этиленненасыщенного мономера, гидролизуемая группа которого была гидролизована, может быть однородно диспергирован в бетоне. Примеры этиленненасыщенного мономера, обладающего способностью к гидролизу, могут, например, включать сложные эфиры (мет)акриловой кислоты, представляя собой этиленненасыщенный мономер, имеющий функциональную группу сложного эфира. Среди сложных эфиров (мет)акриловой кислоты, которые представляют собой этиленненасыщенные мономеры, обладающие способностью к гидролизу, предпочтительным является сложный эфир акриловой кислоты, более предпочтительным является гидроксиалкилакрилат, и гидроксиэтилакрилат и гидроксипропилакрилат являются особенно предпочтительными.

[0023] Примером этиленненасыщенного мономера, обладающего способностью к гидролизу, может быть соединением, представленным следующей общей формулой (1):

[Соед. 4]



(1)

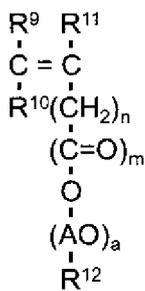
5 (где R^5 , R^6 , R^7 каждая независимо друг от друга представляет собой водород или метильную группу; R^8 представляет собой алкиленовую группу с количеством атомов углерода от 2 до 20; и n представляет собой целое число от 0 до 2.). При этом, R^7 предпочтительно представляет собой водород; R^8 предпочтительно представляет собой алкиленовую группу с количеством атомов углерода от 2 до 10, и особенно предпочтительно алкиленовую группу с
10 количеством атомов углерода от 2 до 4.

[0024] В соединении общей формулы (1), соединение, представленное посредством $HO-R^8-OH$, высвобождается из сополимера вследствие гидролиза сложноэфирной связи.

15 [0025] Этиленненасыщенный мономер (б2), имеющий цепь простого эфира полиалкиленоксида

Структурные звенья, полученные из этиленненасыщенного мономера, имеющего цепь простого эфира полиалкиленоксида, вместе со структурными звеньями, полученными из этиленненасыщенного мономера, обладающего способностью к гидролизу, обеспечивают подходящее время схватывания и
20 свойства подавления выпотевания, способствуя при этом отличной способности сохранять текучесть.

[0026] Число повторов повторяющегося звена цепи простого эфира полиалкиленоксида этиленненасыщенного мономера, имеющего цепь простого эфира полиалкиленоксида, предпочтительно составляет 2 или более, и особенно
25 предпочтительно составляет 10 или более. Примером этиленненасыщенного мономера, имеющего цепь простого эфира полиалкиленоксида, может быть соединение, представленное следующей общей формулой (2):



(2)

[Соед. 5]

(где R^9 , R^{10} , R^{11} каждая независимо друг от друга представляет собой
 5 водород или метильную группу; R^{12} представляет собой водород, метильную
 группу или алифатическую углеводородную группу с количеством атомов
 углерода от 2 до 20; АО представляет собой алкиленоксидную группу с
 количеством атомов углерода от 2 до 4; а представляет собой целое число от 1 до
 10 350; m представляет собой целое число, составляющее 0 или 1; и n представляет
 собой целое число от 0 до 2.). При этом, R^{11} предпочтительно представляет собой
 метильную группу, и R^{10} особенно предпочтительно представляет собой
 метильную группу, когда m составляет 1 и n составляет 0. Более того, R^{12}
 предпочтительно представляет собой водород, метильную группу или
 алифатическую углеводородную группу с количеством атомов углерода от 2 до 5,
 15 и особенно предпочтительно представляет собой водород или метильную группу.
 Более того, а особо не ограничено, если оно представляет собой целое число от 1
 до 350, но его нижнее предельное значение предпочтительно составляет 2, более
 предпочтительно 3, дополнительно предпочтительно 5, особенно
 предпочтительно 10, и наиболее предпочтительно 20. При этом, верхнее
 20 предельное значение а предпочтительно составляет 200, и особенно
 предпочтительно 100.

[0027] Более того, сополимер, имеющий гидролизуемую группу, может
 также иметь структурные звенья, полученные из этиленненасыщенного
 мономера, который отличается от указанного этиленненасыщенного мономера,
 25 обладающего способностью к гидролизу, и указанного этиленненасыщенного
 мономера, имеющего цепь простого эфира полиалкиленоксида (далее 'другой
 этиленненасыщенный мономер'). Примером другого этиленненасыщенного
 мономера может быть ненасыщенная карбоновая кислота. Поскольку сополимер,
 имеющий гидролизуемую группу, имеет дополнительные структурные звенья,

полученные из ненасыщенной карбоновой кислоты, диспергируемость может проявляться позже.

[0028] Примеры ненасыщенной карбоновой кислоты могут включать: одноосновные карбоновые кислоты, такие как (мет)акриловая кислота и кротоновая кислота; и двухосновные карбоновые кислоты, такие как малеиновая кислота, итаконовая кислота и фумаровая кислота.

[0029] Молярное соотношение этиленненасыщенного мономера, обладающего способностью к гидролизу, и этиленненасыщенного мономера, имеющего цепь простого эфира полиалкиленоксида, (количество молей компонента (б1) / количество молей компонента (б2)) особо не ограничено, но с точки зрения надежного достижения отличной способности сохранять текучесть, молярное соотношение предпочтительно составляет 0,50 или более и 10 или менее, и более предпочтительно 0,75 или более и 7,5 или менее. С точки зрения дополнительного улучшения способности сохранять текучесть в течение более длительного времени, молярное соотношение дополнительно предпочтительно составляет 1,1 или более и 5,0 или менее, и особенно предпочтительно 2,5 или более и 3,5 или менее.

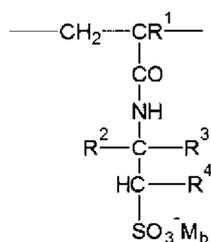
[0030] Более того, при содержании структурных звеньев, полученных из другого этиленненасыщенного мономера, молярное соотношение другого этиленненасыщенного мономера и этиленненасыщенного мономера, имеющего цепь простого эфира полиалкиленоксида (количество молей другого этиленненасыщенного мономера / количество молей компонента (б2)) особо не ограничено, но можно его выбрать из диапазона, при котором эффект настоящего изобретения не ухудшается и, например, предпочтительно составляет 0,10 или более и 2,00 или менее, и особенно предпочтительно 0,20 или более и 1,50 или менее.

[0031] Содержание (содержание твердых веществ) сополимера, имеющего гидролизуемую группу, который является компонентом (Б), особо не ограничено, но с точки зрения надежного получения отличной способности сохранять текучесть, его нижнее предельное значение в добавке для бетона предпочтительно составляет 0,50 % по массе, более предпочтительно 1,00 % по массе, и особенно предпочтительно 1,20 % по массе. При этом, с точки зрения предотвращения избыточной способности к снижению количества воды, верхнее предельное значение содержания сополимера, имеющего гидролизуемую группу,

предпочтительно составляет 30 % по массе, более предпочтительно 20 % по массе, дополнительно предпочтительно 10 % по массе, и особенно предпочтительно 9,00 % по массе.

[0032] < Компонент (В) регулирования вязкости на (мет)акриловой основе >

5 В результате добавления компонента регулирования вязкости на (мет)акриловой основе, совместимость добавки является отличной, и в бетоне, в котором применяли компонент регулирования вязкости на (мет)акриловой основе, обеспечивается заданная вязкость. Более того, даже в случае тощей бетонной смеси, компонент регулирования вязкости на (мет)акриловой основе может также способствовать обеспечению отличной способности сохранять
10 текучесть и целостность. Примером компонента регулирования вязкости на (мет)акриловой основе является компонент регулирования вязкости на основе (мет)акриламида. Более того, примером компонента регулирования вязкости на (мет)акриловой основе может быть полимер, содержащий в качестве составного
15 звена, мономер, который представляет собой содержащее сульфогруппу производное (мет)акриловой кислоты. Примером полимера, содержащего в качестве составного звена мономер, который представляет собой содержащее сульфогруппу производное (мет)акриловой кислоты, может быть соединение, имеющее составное звено, представленное следующей общей формулой (3):



(3)

20 [Соед. 6]

(где R¹ представляет собой водород или метильную группу; R², R³, R⁴ каждая независимо друг от друга представляет собой водород, алифатическую
25 углеводородную группу с количеством атомов углерода от 1 до 6, или фенильную группу, которая может быть замещена метильной группой; М представляет собой водород, натрий, калий, кальций, магний, аммоний, или аммоний, замещенный органической группой; и b представляет собой 1/2 или 1.). Соединение, имеющее составное звено, представленное общей формулой (3) представляет собой

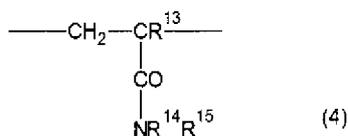
растворимый в воде полимер, имеющий структуру содержащего сульфогруппу производного (мет)акриловой кислоты.

[0033] Предпочтительным примером растворимого в воде полимера, имеющего структуру содержащего сульфогруппу производного (мет)акриловой кислоты, является растворимый в воде полимер, который представляет собой полимер, содержащий в качестве составного звена, описанные ниже мономеры (а) и (б). Более того, растворимый в воде полимер, имеющий структуру содержащего сульфогруппу производного (мет)акриловой кислоты, может также необязательно быть полимером, дополнительно содержащим, в качестве составного звена, мономеры (в), (г) и/или (д). Таким образом, для целого ряда бетонных материалов и бетонных смесей, в бетоне можно обеспечить требуемую вязкость и устойчивость к разделению материалов.

[0034] Мономер (а) представляет собой мономер, полученный из составного звена, представленного общей формулой (3). Мономер (а) предпочтительно включает 2-акриламид-2-метилпропансульфоновую кислоту, 2-метакриламид-2-метилпропансульфоновую кислоту, 2-акриламидбутансульфоновую кислоту, 3-акриламид-3-метилбутансульфоновую кислоту, 2-акриламид-2, 4, 4-триметилпентансульфоновую кислоту, и особенно предпочтительно представляет собой 2-акриламид-2-метилпропансульфоновую кислоту.

[0035] Мономер (б) предпочтительно представляет собой мономер, полученный из составного звена, представленного следующей общей формулой (4):

[Соед. 7]



[003

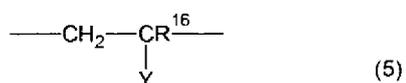
6]

В общей формуле (4), R^{13} представляет собой водород или метильную группу; и R^{14} и R^{15} каждая независимо друг от друга представляет собой водород, алифатическую углеводородную группу, содержащую 1 - 20 атомов углерода, алициклическую углеводородную группу, содержащую 5 - 8 атомов углерода, или арильную группу, содержащую 6 - 14 атомов углерода.

[0037] Мономер (б) представляет собой акриламид, метакриламид, N-метилакриламид, N,N-диметилакриламид, N-этилакриламид, N-

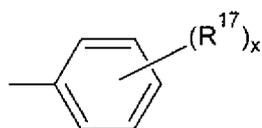
циклогексилакриламид, N-бензилакриламид, N-метилолакриламид и N-*m*-бутилакриламид и т.д..

[0038] Мономер (в) предпочтительно представляет собой мономер, полученный из составного звена, представленного следующей общей формулой (5):



[Соед. 8]

[0039] В общей формуле (5), R¹⁶ представляет собой водород или метильную группу; Y представляет собой -COO(C_tH_{2t}O)_p-R²¹ или -(CH₂)_q-O(C_nH_{2n}O)_p-R²¹; R²¹ представляет собой



[Соед. 9]

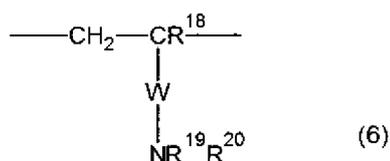
или ненасыщенную или насыщенную, прямую или разветвленную алифатическую алкильную группу, содержащую 10 - 40 атомов углерода; R¹⁷ представляет собой H, C₁ - C₆ алкильную, или арилалкильную группу, содержащую C₁ - C₁₂ алкильную группу и C₆ - C₁₄ арильную группу; t представляет собой 2 - 4; p представляет собой 0 - 200; q представляет собой 0 - 20; и x представляет собой 0 - 3.

[0040] Мономер (в) представляет собой тристирилфенолполиэтиленгликоль (1100)-метакрилат, бегенилполиэтиленгликоль (1100)-метакрилат, стеарилполиэтиленгликоль (1100)-метакрилат, тристирилфенолполиэтиленгликоль (1100)-акрилат, тристирилфенолполиэтиленгликоль (1100)-моновиниловый эфир, бегенилполиэтиленгликоль (1100)-моновиниловый эфир, стеарилполиэтиленгликоль (1100)-моновиниловый эфир, тристирилфенолполиэтиленгликоль (1100)-винилоксибутиловый эфир, бегенилполиэтиленгликоль (1100)-винилоксибутиловый эфир, тристирилфенолполиэтиленгликоль-блок-пропиленгликольаллиловый эфир,

бегенилполиэтиленгликоль-блок-пропиленгликольаллиловый эфир, и стеарилполиэтиленгликоль-блок-пропиленгликольаллиловый эфир, и т.д..

[0041] Мономер (г) предпочтительно представляет собой мономер, полученный из полиэтиленгликоль-блок-пропиленгликолевого (500 - 5000)-винилоксибутилового эфира, и может представлять собой
 5 аллилполиэтиленгликоль (350 - 2000), метилполиэтиленгликоль (350 - 2000)-моновиниловый эфир, полиэтиленгликоль (500 - 5000)-винилоксибутиловый эфир, полиэтиленгликоль-блок-пропиленгликоль (500 - 5000)-винилоксибутиловый эфир, и метилполиэтиленгликоль-блок-
 10 пропиленгликольаллиловый эфир, и т.д.

[0042] Мономер (д) предпочтительно представляет собой мономер, полученный из составного звена, представленного следующей общей формулой (6).



15 [Соед. 10]

[0043] В общей формуле (6), R¹⁸ представляет собой водород или метильную группу; R¹⁹ и R²⁰ каждая независимо друг от друга представляет собой водород, алифатическую углеводородную группу, содержащую 1 - 20
 20 атомов углерода, алициклическую углеводородную группу, содержащую 5 - 8 атомов углерода, или арильную группу, содержащую 6 - 14 атомов углерода; W представляет собой -CO-O-(CH₂)_s- или -CO-NR²²-(CH₂)_s-; R²² представляет собой водород, алифатическую углеводородную группу с количеством атомов углерода от 1 до 6, или фенильную группу, которая может быть замещена метильной
 25 группой; и s представляет собой 1 - 6.

[0044] Мономер (д) представляет собой [3-(метакрилоиламино)-пропил]-диметиламин, [3-(акрилоиламино)-пропил]-диметиламин, [2-(метакрилоил-окси)-этил]-диметиламин, [2-(акрилоил-окси)-этил]-диметиламин, [2-(метакрилоил-окси)-этил]-диэтиламин, и [2-(акрилоил-окси)-этил]-диэтиламин, и т.д..

30 [0045] Компонент регулирования вязкости на (мет)акриловой основе, в качестве составного звена, предпочтительно представляет собой мономер (а) : мономер (б) : мономер (в) : мономер (г) : мономер (д) = 3 -

96 мол. % : 3 - 96 мол. % : 0 - 10 мол. % (особенно предпочтительно 0,1 мол. % - 8 мол. %) : 0 - 30 мол. % : 0 - 20 мол. %.

[0046] Если содержание мономера (а) составляет менее 3 мол. %, то растворимость компонента регулирования вязкости на (мет)акриловой основе в воде имеет тенденцию к уменьшению и, если содержание мономера (а) превышает 96 мол. %, то обеспечение устойчивости к разделению материалов целому ряду бетонов имеет тенденцию становиться затруднительным. Более того, если содержание мономера (б) составляет менее 3 мол. %, то обеспечение устойчивости к разделению материалов целому ряду бетонов имеет тенденцию становиться затруднительным и, если содержание мономера (б) превышает 96 мол. %, то растворимость компонента регулирования вязкости на (мет)акриловой основе в воде имеет тенденцию к уменьшению. Более того, если содержание мономера (в) составляет более 10 мол. % или содержание мономера (г) составляет более 30 мол. % или содержание мономера (д) составляет более 20 мол. %, то обеспечение устойчивости к разделению материалов целому ряду бетонов имеет тенденцию становиться затруднительным. Содержание мономера, составляющего компонент регулирования вязкости на (мет)акриловой основе более предпочтительно составляет

мономер (а) : мономер (б) : мономер (в) : мономер (г) : мономер (д) = 20 - 75 мол. % : 10 - 65 мол. % : 0 - 10 мол. % (особенно предпочтительно 0,1 мол. % - 8 мол. %) : 0 - 15 мол. % : 0 - 15 мол. %.

[0047] Более того, если это необходимо, посредством включения в компонент регулирования вязкости на (мет)акриловой основе небольшого количества сшивающего агента, в структуре можно получить разветвленную или сшитую структуру. Примерами сшивающего агента являются триаллиламин, хлорид триаллилметиламмония, хлорид тетрааллиламмония, N,N'-метилден-бис-акриламид, триэтиленгликоль-бис-метакрилат, триэтиленгликоль-бис-акрилат, полиэтиленгликоль (400)-бис-метакрилат и полиэтиленгликоль (400)-бис-акрилат. Сшивающий агент может применяться в количестве, при котором действие компонента регулирования вязкости на (мет)акриловой основе не ингибируется, и предпочтительно составляет 0,1 мол. % или ниже, из расчета общего количества мономеров (а), (б), (в), (г) и (д).

[0048] Компонент регулирования вязкости на (мет)акриловой основе можно получать посредством гелевой полимеризации в водной фазе, и предпочтительно

он полимеризуется с помощью подходящей иницирующей композиции при низкой температуре реакции. Комбинации двух иницирующих композиций (азоинициатор и окислительно-восстановительная композиция) могут достигать скорости реакции, составляющей 99 % или более, при которой полимеризация
5 сначала начинается фотохимически при низкой температуре, а затем начинается термическая полимеризация вследствие выделения тепла при реакции полимеризации.

[0049] Гелевую полимеризацию предпочтительно проводят при температуре от -5 до 50 °С, и концентрацию водного раствора предпочтительно доводят до 35
10 - 70 % по массе. Для гелевой полимеризации, содержащее сульфогруппу производное (мет)акриловой кислоты, которое обычно коммерчески доступно на рынке, предпочтительно растворяют в воде, нейтрализуют посредством добавления гидроксида щелочного металла и, при перемешивании, добавляют мономеры и буфер, агент регулирования молекулярной массы и другие
15 вспомогательные вещества полимеризации. Более того, особенно предпочтительно, гелевую полимеризацию проводят в диапазоне рН от 4 до 9, продувая защитным газом, таким как гелий или азот, и затем нагревают или охлаждают до заданной температуры.

[0050] При выборе гелевой полимеризации без перемешивания,
20 полимеризацию проводят с толщиной слоя, предпочтительно составляющей 2 - 20 см, и особенно предпочтительно 8 - 10 см, в условиях адиабатической реакции. Полимеризация начинается посредством добавления инициатора полимеризации и посредством облучения УФ-излучением при низкой температуре (-5 - 10 °С). Как только реакция мономеров завершается,
25 полученный полимер предпочтительно осторожно измельчают с помощью расщеляющего агента, с тем, чтобы ускорить высыхание вследствие увеличения площади поверхности.

[0051] Путем установки максимально щадящих условий реакции и сушки
можно избежать реакции вторичного сшивания и, следовательно, можно
30 получить полимер, имеющий очень низкое содержание содержания геля.

[0052] Среднечисловая молекулярная масса компонента регулирования вязкости на (мет)акриловой основе предпочтительно составляет 50 000 – 20 000 000 г/моль. Если среднечисловая молекулярная масса компонента регулирования вязкости на (мет)акриловой основе составляет менее

50 000 г/моль, надежное обеспечение подходящей вязкости в бетоне, как правило, становится невозможным и, если среднечисловая молекулярная масса превышает 20 000 000 г/моль, растворимость компонента регулирования вязкости на (мет)акриловой основе в разжиженных компонентах имеет тенденцию к
5 уменьшению; более того, вязкость добавки для бетона имеет тенденцию к повышению, уменьшая таким образом технологичность. В настоящем описании, “среднечисловая молекулярная масса” означает среднечисловую молекулярную массу, установленную с помощью гель-проникающей хроматографии во время превращения пуллулана.

10 [0053] Содержание (содержание твердых веществ) компонента регулирования вязкости на (мет)акриловой основе особо не ограничено, но с точки зрения надежного получения достаточной целостности и отличной способности сохранять текучесть, его нижнее предельное значение в добавке для бетона предпочтительно составляет 0,001 % по массе, более предпочтительно
15 0,01 % по массе, и особенно предпочтительно 0,030 % по массе. При этом, с точки зрения предотвращения чрезмерного повышения вязкости бетона и снижения совместимости добавки для бетона, верхнее предельное значение содержания компонента регулирования вязкости на (мет)акриловой основе предпочтительно составляет 0,150 % по массе, более предпочтительно 0,120 % по
20 массе, дополнительно предпочтительно 0,100 % по массе, и особенно предпочтительно 0,080 % по массе.

[0054] В добавке для бетона в соответствии с настоящим изобретением, при необходимости также можно дополнительно добавлять гидроксикарбоновую кислоту и/или сахара (Г). Более того, содержание гидроксикарбоновой кислоты
25 и/или сахара может дополнительно улучшать способность сохранять текучесть и, в частности, отличную способность сохранять текучесть можно получить даже в условиях высокой температуры окружающей среды (например, при температуре 30 °С или более).

[0055] Примеры гидроксикарбоновой кислоты могут включать: глюконовую
30 кислоту, лимонную кислоту, яблочную кислоту, гликолевую кислоту, и соль металла, такого как натрий, упомянутых выше гидроксикарбоновых кислот. Более того, примерами сахара являются моносахарид, дисахарид, олигосахарид, и сахарид крахмала. Среди указанных сахаридов, предпочтительными являются глюкоза, фруктоза, ксилоза, мальтоза, лактоза,

сахароза, и декстрин. Указанные сахараиды могут применяться отдельно, или могут применяться в комбинации двух или более сахараидов.

[0056] Содержание (содержание твердых веществ) гидроксикарбоновой кислоты и/или сахараида особо не ограничено, но, при добавлении

5 гидроксикарбоновой кислоты и/или сахараида, с точки зрения надежного получения отличной способности сохранять текучесть даже в условиях высокой температуры (например, при 30 °C или более) окружающей среды, их нижнее предельное значение в добавке для бетона предпочтительно составляет 0,10 % по

10 массе, более предпочтительно 1,00 % по массе, и особенно предпочтительно 2,00 % по массе. При этом, с точки зрения получения подходящей способности к снижению количества воды и замедления схватывания, верхнее предельное значение содержания гидроксикарбоновой кислоты и/или сахараида в добавке для

бетона предпочтительно составляет 20,0 % по массе, более предпочтительно 15,0 % по массе, и особенно предпочтительно 10,0 % по массе.

15 [0057] В добавке для бетона в соответствии с настоящим изобретением, при необходимости, также может дополнительно добавляться сополимер, не имеющий гидролизуемой группы. Содержание сополимера, не имеющего гидролизуемой группы, может дополнительно способствовать улучшению способности к снижению количества воды и способности сохранять текучесть.

20 [0058] Примерами сополимеров, не имеющих гидролизуемой группы, являются: сополимер (мет)акриловой кислоты и полиалкиленгликолевого эфира (мет)акриловой кислоты (предпочтительно, сополимер (мет)акриловой кислоты и полиалкиленгликолевого эфира метакриловой кислоты), сополимер акриловой

25 кислоты и полиалкиленгликолевого винилового эфира, сополимер акриловой кислоты, малеиновой кислоты и полиалкиленгликолевого винилового эфира, сополимер акриловой кислоты и полиалкиленгликольаллилового эфира, сополимер акриловой кислоты, малеиновой кислоты и

30 полиалкиленгликольаллилового эфира, сополимер малеиновой кислоты и полиалкиленгликольаллилового эфира, сополимер акриловой кислоты и полиалкиленгликольметаллилового эфира, сополимер акриловой кислоты, малеиновой кислоты и полиалкиленгликольметаллилового эфира, сополимер малеиновой кислоты и полиалкиленгликольметаллилового эфира, сополимер акриловой кислоты и полиалкиленгликольизопренилового эфира, сополимер

акриловой кислоты, малеиновой кислоты и полиалкиленгликольизопренилового эфира, и сополимер малеиновой кислоты и полиалкиленгликольизопренилового эфира.

5 [0059] Содержание (содержание твердых веществ) сополимера, не имеющего гидролизуемой группы, особо не ограничено, но, при добавлении сополимера, не имеющего гидролизуемой группы, с точки зрения надежного содействия улучшению способности к снижению количества воды и способности сохранять текучесть, его нижнее предельное значение в добавке для бетона предпочтительно составляет 1,00 % по массе, и особенно предпочтительно 2,00 %
10 по массе. При этом, с точки зрения получения подходящей способности к снижению количества воды, верхнее предельное значение содержания в добавке для бетона сополимера, не имеющего гидролизуемой группы, предпочтительно составляет 10 частей по массе, более предпочтительно 5,00 % по массе, и особенно предпочтительно 4,00 % по массе.

15 [0060] Содержание твердых веществ в добавке для бетона в соответствии с настоящим изобретением, содержащей упомянутые выше компоненты, особо не ограничено, но предпочтительно составляет 15,0 % по массе или более и 40,0 % по массе или менее, и особенно предпочтительно 20,0 % по массе или более и 35,0 % по массе или менее. Более того, дисперсионной средой твердых веществ
20 добавки для бетона в соответствии с настоящим изобретением предпочтительно является вода.

[0061] Более того, количество добавки для бетона в соответствии с настоящим изобретением, которую добавляют к гидравлическому вяжущему веществу, такому как цемент, особо не ограничено, но предпочтительно
25 составляет 0,30 частей по массе или более и 2,00 частей по массе или менее, и особенно предпочтительно 0,50 частей по массе или более и 1,50 частей по массе или менее, из расчета 100 частей по массе гидравлического вяжущего вещества, такого как цемент.

[0062] Примерами бетона, в котором применяют добавку для бетона в
30 соответствии с настоящим изобретением, являются: тощая бетонная смесь, имеющая соотношение воды к цементу, которое указывает на соотношение массы воды к массе цемента, составляющее 45 % или более. Соотношение воды к цементу в бетоне, в котором применяют добавку для бетона в соответствии с настоящим изобретением, может также составлять 50 % или более, или 60 % или

более. Более того, верхний предел соотношения воды к цементу в бетоне, в котором применяют добавку для бетона в соответствии с настоящим изобретением, составляет 70 % или 65 %.

[0063] Примерами цемента, который включают в бетон, являются:

5 гидравлическая цемент, такой как портландцемент, цемент на основе алюмината кальция, цемент на основе фосфата магния, цемент на основе фосфата магния и калия, сульфоалюминатный цемент, пуццолановый цемент, и шлаковый цемент. В случае тощей бетонной смеси, в некоторых случаях применяют шлаковый цемент, причем в качестве шлакового цемента упоминается цемент, содержащий доменный шлак. Доменный цемент подразделяется на три типа в зависимости от количества добавляемого мелкого порошка доменного шлака, и в соответствии со стандартом JIS A 5211: тип А (более 5 % по массе и 30 % по массе или менее); тип Б (более 30 % по массе и 60 % по массе или менее); и тип В (более 60 % по массе и 70 % по массе или менее). Среди указанного, тип Б является наиболее

15 изготовляемым, и его применяют в самых разных областях. Более того, некоторое количество мелкого порошка доменного шлака также отмеряют отдельно от цемента и добавляют в бетон. Однако, в случае смешанного цемента, или в случае, когда количество мелкого порошка доменного шлака отмеряют отдельно от количества цемента, если применяемое количество мелкого порошка

20 доменного шлака увеличивается, то количество добавки для бетона, которую добавляют для получения требуемой способности к снижению количества воды, имеет тенденцию к уменьшению и, таким образом, в данном случае желаемых характеристик, в частности, способности сохранять текучесть можно не получить. В добавке для бетона в соответствии с настоящим изобретением,

25 способность сохранять текучесть улучшается особенно эффективно, когда применяемое количество мелкого порошка доменного шлака составляет более 30 % по массе и 70 % по массе или менее. Более того, когда применяемое количество мелкого порошка доменного шлака составляет более 30 % по массе и 60 % по массе или менее, способность сохранять текучесть эффективно

30 улучшается дополнительно. В случае, когда шлак добавляют в количестве 70 % или более, эффект подавления выпотевания имеет тенденцию к уменьшению, прочность и срок службы бетона имеет тенденцию к ухудшению, а различные свойства бетона имеет тенденцию к ухудшению.

[0064] Более того, в дополнение к гидравлическому вяжущему веществу, такому как цемент, в бетон также добавляют заполнитель. Заполнители представляют собой кремнезем, кварц, песок, измельченный мрамор, стеклянные шарики, гранит, известняк, кальцит, полевошпат, аллювиальный песок, любой другой износостойкий заполнитель, и их смеси.

Примеры

[0065] Добавка для бетона в соответствии с настоящим изобретением и цементные композиции, в которых ее применяют, подробно поясняются ниже, со ссылкой на примеры. При этом необходимо отметить, что настоящее изобретение не ограничивается примерами, продемонстрированными ниже.

[0066] Составные мономеры для сополимеров, которые применяют в Примерах и Сравнительных Примерах, показаны ниже в Таблице 1. Как показано ниже в Таблице 1, Сополимеры 1 - 5 представляют собой сополимеры, имеющие гидролизуемую группу, а Сополимеры 6 и 7 представляют собой сополимеры, не имеющие гидролизуемой группы.

[0067] Таблица 1

	Гидролизуемый мономер		Мономеры, имеющие цепь простого эфира полиалкиленоксида		Ненасыщенная карбоновая кислота	
	Тип	Молярное соотношение	Тип	Молярное соотношение	Тип	Молярное соотношение
Сополимер 1	Гидроксипропилакрилат	0,32	Полиэтиленгликоль (степень полимеризации 26) моновиниловый эфир	1,00	Малеиновая кислота	0,44
					Акриловая кислота	0,37
Сополимер 2	Гидроксипропилакрилат	0,86	Полиэтиленгликоль (степень полимеризации 12) моноаллиловый эфир	1,00	Малеиновая кислота	0,29
Сополимер 3	Гидроксипропилакрилат	0,80	Полиэтиленгликоль (степень полимеризации 25) эфир монометакриловой кислоты	1,00	Акриловая кислота	1,10
	Гидроксиэтилакрилат	0,80				
Сополимер 4	Гидроксиэтилакрилат	3,20	Полиэтиленгликоль (степень полимеризации 12) моновиниловый эфир	1,00	Малеиновая кислота	0,30
Сополимер 5	Гидроксиэтилакрилат	4,10	Полиэтиленгликоль (степень полимеризации 26) моновиниловый эфир	1,00	-	-
Сополимер 6	-	-	Полиэтиленгликоль (степень полимеризации 35) моноизопрениловый эфир	1,00	Акриловая кислота	2,60
Сополимер 7	-	-	Полиэтиленгликоль (степень полимеризации 25) эфир монометакриловой кислоты	1,00	Метакриловая кислота	2,30

[0068] Составные мономеры для компонентов регулирования вязкости на (мет)акриловой основе, которые применяют в Примерах и Сравнительных Примерах, показаны ниже в Таблице 2.

[0069] Таблица 2

Компонент регулирования вязкости на (мет)акриловой основе	Мономер (а)		Мономер (б)		Мономер (в)		Мономер (г)		Мономер (д)		Молекулярная масса (г/моль)
	Тип	мол. %	Тип	мол. %	Тип	мол. %	Тип	мол. %	Тип	мол. %	
Полимер 1		56,2	N,N-диметил акрил амид	43,2		0,6	-	-	-	-	400 000
Полимер 2	2-акрил амид-2-метил пропан сульфоновая кислота	52,7	Акрил-амид	45,5	Тристирил фенол-полиэтиленгликоль (100)-метакрилат	0,2	Полиэтиленгликоль блок полипропиленгликоль (790)-винилоксибутиловый эфир	1,1	-	-	500 00
							Полиэтиленгликоль блок полипропиленгликоль (3000)-винилоксибутиловый эфир	0,5			
Полимер 3		58,4		27,2		0,3	Полиэтиленгликоль блок полипропиленгликоль (1100)- винилоксибутиловый эфир	1,7	[3-(акрило-амино)-пропил]диметиламин	12,4	800 000

[0070] Компоненты добавок, изготовленных посредством смешивания упомянутого выше компонента регулирования вязкости на (мет)акриловой основе с упомянутыми выше сополимерами, показаны ниже в Таблице 3. В Таблице 3, применяемые количества описаны в виде содержания твердых веществ в добавке в % по массе. Более того, в Таблице 3, SAN X® M, изгот. компанией Nippon Paper Industries Co., Ltd. и Borresperse NA, изгот. компанией Borregaard AS применяли в качестве производного лигнина. “GNa” означает глюконат натрия, GNa и сахарозу применяли в качестве замедлителя схватывания. Все смеси, кроме тех, которые указаны в Таблице 3 представляют собой воду.

[0071] Таблица 3

	Производное лигнина		Гидролизуемый сополимер		Компонент регулирования вязкости на (мет)акриловой основе		Сополимер, не имеющий гидролизуемой группы		Замедлитель схватывания	
	Тип	Примен. кол-во	Тип	Примен. кол-во	Тип	Примен. кол-во	Тип	Примен. кол-во	Тип	Примен. кол-во
Добавка 1	SAN X® M	11,7	Сополимер 4	1,6	Полимер 1	0,05	Сополимер 6	2,7	GNa	3,9
Добавка 2	Borresperse NA	9,8	Сополимер 4	1,3	Полимер 1	0,05	Сополимер 6	2,3	GNa	6,5
Добавка 3	Borresperse NA	10,8	Сополимер 1 Сополимер 2	5,0 2,1	Полимер 2	0,03	-	-	GNa	3,4
Добавка 4	SAN X® M	14,0	Сополимер 3	8,5	Полимер 1	0,03	-	-	GNa	4,5
Добавка 5	SAN X® M	5,0	Сополимер 1 Сополимер 5	2,1 2,5	Полимер 3	0,10	-	-	-	-
Добавка 6	SAN X® M	11,7	Сополимер 3	1,6	Полимер 1	0,05	Сополимер 6	2,4	Сахароза	3,3
Добавка 7	-	-	Сополимер 4	3,2	Полимер 1	0,03	Сополимер 7	4,5	GNa	3,9
Добавка 8	Borresperse NA	8,2	-	-	-	-	Сополимер 6	7.3	GNa	2,00
Добавка 9	SAN X® M	5,9	-	-	Полимер 1	0,05	Сополимер 6	7.3	GNa	8,0
Добавка 10	SAN X® M	4,7	Сополимер 3	8,8	-	-	Сополимер 6	5.3	GNa	1,6

[0072] Испытание на совместимость в отношении совместимости добавки проводили с помощью приведенных ниже процедур.

Как показано в приведенной выше Таблице 3, были изготовлены Добавки 1 - 10. Ими наполняли стеклянные флаконы емкостью по 100 мл, и хранили при температуре 5 °С, 20 °С и 40 °С. За растворами наблюдали визуально по прошествии одного месяца, и оценивали следующим образом.

Хорошо: Нет разделения раствора (Указанное не является проблемой.)

Плохо: Разделение раствора (Указанное является проблемой.)

[0073] Испытание бетона проводили в соответствии с описанными ниже процедурами. Изготовление бетона для испытаний проводили в условиях смешивания, показанных в приведенной далее Таблице 5, применяя материалы, указанные в приведенной далее Таблице 4. “В/Ц” в Таблице 5 означает соотношение воды к цементу, и “s/a” означает объемное соотношение мелкого заполнителя к общему количеству заполнителей.

(Метод замешивания)

Замешивание проводили с помощью двухосевого смесителя принудительного действия, применяемого для настоящего испытания. С целью загрузки материалов, воду и мелкий заполнитель, в том числе добавку, изготовленную, как указано выше, загружали одновременно, а затем загружали цемент, и в конце загружали крупный заполнитель, и замешивали на протяжении 45 секунд. После замешивания, указанное загружали в автобетоносмеситель, перемешивали с высокой скоростью на протяжении 10 секунд, и затем использовали в качестве образца для испытаний.

[0074] Объекты испытаний приведены далее. Более того, все приведенные ниже испытания проводили при температуре окружающей среды, составляющей 20 °С.

[0075] Объекты испытаний

(1) Испытание на осадку конуса

Осадку конуса устанавливали в соответствии со стандартом JIS A 1101 сразу же после замешивания, через 60 минут после замешивания и через 120 минут после замешивания. Уменьшение величины осадки конуса, по сравнению с величиной осадки конуса сразу же после замешивания оценивали в соответствии с перечисленными ниже критериями оценки. Указанные результаты оценки называли ‘способностью сохранять текучесть’.

Отличная: Уменьшение величины значения осадки конуса составляло 1,5 см или менее

Хорошая: Уменьшение величины значения осадки конуса составляло более 1,5 см и 3,0 см или менее

5 Плохая: Уменьшение величины значения осадки конуса составляло более 3,0 см.

[0076] (2) Время схватывания

10 Время схватывания устанавливали в соответствии со стандартом JIS A 1147. Разницу между временем начала и временем окончания схватывания оценивали в соответствии с перечисленными ниже критериями оценки.

Отличное: Разница между временем начала и временем окончания схватывания составляла 120 минут или менее

Хорошее: Разница между временем начала и временем окончания схватывания составляла более 120 минут и 180 минут или менее

15 Плохое: Разница между временем начала и временем окончания схватывания составляла более 180 минут.

[0077] (3) Испытание на выпотевание

20 Величину выпотевания устанавливали в соответствии со стандартом JIS A 1123 и оценивали в соответствии с перечисленными ниже критериями оценки.

Хорошо: Величина выпотевания составляла менее $0,2 \text{ см}^3/\text{см}^2$

Плохо: Величина выпотевания составляла $0,2 \text{ см}^3/\text{см}^2$ или более

[0078] (4) Целостность бетона

25 Целостность бетона оценивали визуально, в соответствии с перечисленными ниже критериями оценки.

Хорошая: Заполнитель и цементное тесто не разделялись (наличие целостности)

Плохая: Заполнитель и цементное тесто разделялись (отсутствие целостности)

30 [0079] Материалы, применяемые при испытании бетона, показаны ниже в Таблице 4, и их смеси показаны ниже в Таблице 5.

[0080] Таблица 4

Материал	Обозначение	Краткое описание
Вода	W	Водопроводная вода
Цемент	NC	Обычный портландцемент, изгот. компанией Nippon Steel & Sumitomo Metal (плотность 3,15 г/см ³)
	BA	Доменный цемент типа А, изгот. компанией Nippon Steel & Sumitomo Metal Blast Furnace Slag Cement Co., Ltd. (плотность 3,10 г/см ³)
	BB	Доменный цемент типа Б, изгот. компанией Nippon Steel & Sumitomo Metal Blast Furnace Slag Cement Co., Ltd. (плотность 3,02 г/см ³)
	BC	Доменный цемент типа В, изгот. компанией Nippon Steel & Sumitomo Metal Blast Furnace Slag Cement Co., Ltd. (плотность 2,97 г/см ³)
Мелкий заполнитель	S1	Морской песок (плотность в насыщенном и сухом состоянии поверхности 2,56 г/см ³)
	S2	Горный песок (плотность в насыщенном и сухом состоянии поверхности 2,55 г/см ³)
Крупный заполнитель	G1	Дробленый камень 2013 (плотность в насыщенном и сухом состоянии поверхности 2,65 г/см ³)
	G2	Дробленый камень 1505 (плотность в насыщенном и сухом состоянии поверхности 3,02 г/см ³)

[0081] Таблица 5

Тип смеси	Целевая осадка конуса (см)	Целевое количество воздуха (%)	В/Ц(%)	s/a (%)	Удельное количество (кг/м ³)								
					W	NC	BA	BB	BC	S1	S2	G1	G2
Смесь 1	12,0	4,5	55,2	46	170	308	-	-	-	648	161	443	616
Смесь 2	12,0	4,5	55,2	46	170	-	308	-	-	648	161	443	613
Смесь 3	12,0	4,5	55,2	46	170	-	-	308	-	643	161	440	613
Смесь 4	12,0	4,5	55,2	46	170	-	-	-	308	640	161	440	610

[0082] Результаты испытаний показаны ниже в Таблицах 6 и 7.

[0083] Таблица 6

№	Смесь	Добавка		Осадка конуса (см)			Уменьшение осадки конуса через 120 мин. (см)	Время схватывания (ч-мин)		Разница между началом и окончанием (минут)	Величина выпотевания (см ³ /см ²)	Есть ли целостность бетона?	Совместимость
		Тип	Примен, кол-во (С x %)	0 мин.	60 мин.	120 мин.		Начало	Конец				
Прим. 1	Смесь 1	Добавка 1	1,20	12,5	12,5	10,5	2,0	8-30	10-30	120	0,15	Да	Нет проблем
Прим. 2	Смесь 1	Добавка 2	1,20	12,5	12,5	11,5	1,0	9-00	11-00	120	0,17	Да	Нет проблем
Прим. 3	Смесь 1	Добавка 3	1,20	12,5	11,5	10,0	2,5	8-20	10-15	115	0,14	Да	Нет проблем
Прим. 4	Смесь 3	Добавка 1	1,00	12,5	12,5	10,5	2,0	8-30	11-00	150	0,17	Да	Нет проблем
Прим. 5	Смесь 3	Добавка 2	1,00	12,5	12,5	11,0	1,5	9-00	11-30	150	0,19	Да	Нет проблем
Прим. 6	Смесь 3	Добавка 3	1,00	12,5	11,0	9,5	3,0	8-20	10-45	135	0,16	Да	Нет проблем
Прим. 7	Смесь 3	Добавка 4	1,00	12,5	11,5	10,0	2,5	8-25	10-55	150	0,17	Да	Нет проблем
Прим. 8	Смесь 3	Добавка 5	1,00	12,5	11,0	9,5	3,0	8-10	10-25	135	0,15	Да	Нет проблем
Прим. 9	Смесь 3	Добавка 6	1,00	12,5	12,5	10,5	2,0	8-55	11-25	150	0,19	Да	Нет проблем
Прим. 10	Смесь 2	Добавка 1	1,10	12,5	12,5	10,5	2,0	8-20	10-45	145	0,16	Да	Нет проблем
Прим. 11	Смесь 4	Добавка 1	0,90	12,5	11,5	9,5	3,0	8-35	11-20	165	0,18	Да	Нет проблем
Сравн. Прим. 1	Смесь 1	Добавка 7	1,20	12,5	11,0	9,0	3,5	7-00	9-00	120	0,12	№	Нет проблем
Сравн. Прим. 2	Смесь 3	Добавка 8	1,00	12,5	9,5	6,0	6,5	7-00	9-30	150	0,13	№	Нет проблем
Сравн. Прим. 3	Смесь 3	Добавка 9	1,00	12,5	9,5	8,0	4,5	7-20	10-10	170	0,15	Да	Нет проблем

№	Смесь	Добавка		Осадка конуса (см)			Уменьшение осадки конуса через	Время схватывания (ч-мин)		Разница между началом и	Величина выпотевания (см ³ /см ²)	Есть ли целостность бетона?	Совместимость
3													
Сравн. Прим. 4	Смесь 3	Добавка 10	1,00	12,5	9,5	7,5	5,0	7-00	9-45	165	0,14	No	Нет проблем

[0084] Таблица 7

№	Смесь	Добавка		Способность сохранять текучесть		Схватывание	Величина выпотевания	Целостность бетона	Совместимость
		Тип	Примен. кол-во (С x %)	60 минут	120 минут				
Прим. 1	Смесь 1	Добавка 1	1,20	Отличная	Хорошая	Отличное	Хорошее	Хорошая	Хорошая
Прим. 2	Смесь 1	Добавка 2	1,20	Отличная	Отличная	Отличное	Хорошее	Хорошая	Хорошая
Прим. 3	Смесь 1	Добавка 3	1,20	Отличная	Хорошая	Отличное	Хорошее	Хорошая	Хорошая
Прим. 4	Смесь 3	Добавка 1	1,00	Отличная	Хорошая	Хорошее	Хорошее	Хорошая	Хорошая
Прим. 5	Смесь 3	Добавка 2	1,00	Отличная	Отличная	Хорошее	Хорошее	Хорошая	Хорошая
Прим. 6	Смесь 3	Добавка 3	1,00	Отличная	Хорошая	Хорошее	Хорошее	Хорошая	Хорошая
Прим. 7	Смесь 3	Добавка 4	1,00	Отличная	Хорошая	Хорошее	Хорошее	Хорошая	Хорошая
Прим. 8	Смесь 3	Добавка 5	1,00	Отличная	Хорошая	Хорошее	Хорошее	Хорошая	Хорошая
Прим. 9	Смесь 3	Добавка 6	1,00	Отличная	Хорошая	Хорошее	Хорошее	Хорошая	Хорошая
Прим. 10	Смесь 2	Добавка 1	1,10	Отличная	Хорошая	Хорошее	Хорошее	Хорошая	Хорошая
Прим. 11	Смесь 4	Добавка 1	0,90	Отличная	Хорошая	Хорошее	Хорошее	Хорошая	Хорошая
Сравн. Прим. 1	Смесь 1	Добавка 7	1,20	Отличная	Плохая	Отличное	Хорошее	Плохая	Хорошая
Сравн. Прим. 2	Смесь 3	Добавка 8	1,00	Хорошая	Плохая	Хорошее	Хорошее	Плохая	Хорошая
Сравн. Прим. 3	Смесь 3	Добавка 9	1,00	Хорошая	Плохая	Хорошее	Хорошее	Хорошая	Хорошая
Сравн. Прим. 4	Смесь 3	Добавка 10	1,00	Хорошая	Плохая	Хорошее	Хорошее	Плохая	Хорошая

[0085] Соответственно, для испытания на осадку конуса в тощей смеси с соотношением воды к цементу 55,2 %, в Примерах 1 - 11, в которых применяли добавки, содержащие производное лигнина (А), сополимер (Б), имеющий гидролизуемую группу, и компонент (В) регулирования вязкости на (мет)акриловой основе, способность сохранять текучесть была отличной даже через 120 минут, и при этом получали целостность бетона. Более того, в Примерах 1 - 11, время удобоукладываемости и технологичность были достижимы вследствие получения подходящего времени схватывания, и при этом можно также было уменьшить величину выпотевания. Более того, в Примерах 1 - 11 получали хорошую совместимость.

[0086] Способность сохранять текучесть была особенно отличной в Примерах 2 и 5, в которых применяли Добавку 2, содержащую 1,3 % по массе сополимера (Б), имеющего гидролизуемую группу.

[0087] Более того, способность сохранять текучесть была отличной даже в случае применения сополимера, имеющего гидролизуемую группу, с разным молярным соотношением этиленненасыщенного мономера (б1), обладающего способностью к гидролизу, и этиленненасыщенного мономера (б2), имеющего цепь простого эфира полиалкиленоксида. При этом, по сравнению с другими примерами, в которых применяли добавки, где молярное соотношение этиленненасыщенного мономера (б1), обладающего способностью к гидролизу, и этиленненасыщенного мономера (б2), имеющего цепь простого эфира полиалкиленоксида, составляло 0,32 - 1,60, и 4,10, способность сохранять текучесть дополнительно улучшалась особенно в Примерах 2 и 5, в которых применяли Добавку 2, где молярное соотношение этиленненасыщенного мономера (б1), обладающего способностью к гидролизу, и этиленненасыщенного мономера (б2), имеющего цепь простого эфира полиалкиленоксида, составляло 3,20.

[0088] Причем, способность сохранять текучесть не достигалась в Сравнительных Примерах 1 - 4, в которых применяли добавку, в которую не добавляли никакого производного лигнина (А), сополимера (Б), имеющего гидролизуемую группу, или компонента (В) регулирования вязкости на (мет)акриловой основе.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Добавка для бетона, содержащая производное лигнина (А), сополимер (Б), имеющий гидролизуемую группу, и компонент (В) регулирования вязкости на (мет)акриловой основе, причем сополимер (Б), имеющий гидролизуемую группу, представляет собой сополимер по меньшей мере двух мономеров, состоящий из этиленненасыщенного мономера (б1), обладающего способностью к гидролизу, и этиленненасыщенного мономера (б2), имеющего цепь простого эфира полиалкиленоксида.

10

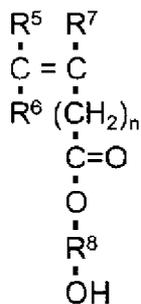
2. Добавка для бетона по пункту 1, дополнительно содержащая гидроксикарбоновую кислоту и/или сахарид (Г).

3. Добавка для бетона по пункту 1 или 2, причем молярное соотношение этиленненасыщенного мономера (б1), обладающего способностью к гидролизу, и этиленненасыщенного мономера (б2), имеющего цепь простого эфира полиалкиленоксида, составляет 0,50 или более и 10 или менее.

4. Добавка для бетона по одному из пунктов 1 или 2, причем молярное соотношение этиленненасыщенного мономера (б1), обладающего способностью к гидролизу, и этиленненасыщенного мономера (б2), имеющего цепь простого эфира полиалкиленоксида, составляет 1,1 или более и 5,0 или менее.

5. Добавка для бетона по одному из пунктов 1 - 4, причем этиленненасыщенный мономер (б1), обладающий способностью к гидролизу, представляет собой соединение, представленное следующей общей формулой (1):

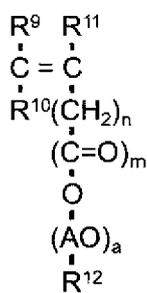
[Соед. 1]



(1)

(где R^5 , R^6 , R^7 каждая независимо друг от друга представляет собой водород или метильную группу; R^8 представляет собой алкиленовую группу с количеством атомов углерода от 2 до 20; и n представляет собой целое число от 0 до 2.).

6. Добавка для бетона по одному из пунктов 1 - 5, причем этиленненасыщенный мономер (б2), имеющий цепь простого эфира полиалкиленоксида, представляет собой соединение, представленное следующей общей формулой (2):



(2)

[Соед. 2]

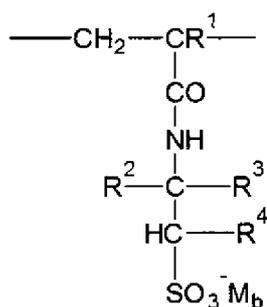
(где R^9 , R^{10} , R^{11} каждая независимо друг от друга представляет собой водород или метильную группу; R^{12} представляет собой водород, метильную группу или алифатическую углеводородную группу с количеством атомов углерода от 2 до 20; АО представляет собой алкиленоксидную группу с количеством атомов углерода от 2 до 4; a представляет собой целое число от 1 до 350; m представляет собой целое число, составляющее 0 или 1; и n представляет собой целое число от 0 до 2.).

7. Добавка для бетона по одному из пунктов 1 - 6, причем компонент (В) регулирования вязкости на (мет)акриловой основе представляет собой полимер, содержащий в качестве составного звена мономер, который представляет собой содержащее сульфогруппу производное (мет)акриловой кислоты.

8. Добавка для бетона по одному из пунктов 1 - 7, причем среднечисловая молекулярная масса компонента (В) регулирования вязкости на

(мет)акриловой основе находится в диапазоне, составляющем 50 000 г/моль или более и 20 000 000 г/моль или менее.

9. Добавка для бетона по пункту 7, причем полимер, содержащий в качестве составного звена мономер, который представляет собой содержащее сульфогруппу производное (мет)акриловой кислоты, представляет собой соединение, имеющее составное звено, представленное следующей общей формулой (3):



(3)

10 [Соед. 3]

(где R^1 представляет собой водород или метильную группу; R^2 , R^3 , R^4 каждая независимо друг от друга представляет собой водород, алифатическую углеводородную группу с количеством атомов углерода от 1 до 6, или фенильную группу, которая может быть замещена метильной группой; M представляет собой водород, натрий, калий, кальций, магний, аммоний, или аммоний, замещенный органической группой; и b представляет собой 1/2 или 1).

10. Добавка для бетона по одному из пунктов 1 - 9, причем в добавке для бетона содержится 0,50 % по массе или более и 20,0 % по массе или менее производного лигнина (А).

11. Добавка для бетона по одному из пунктов 1 - 10, причем в добавке для бетона содержится 0,50 % по массе или более и 30,0 % по массе или менее сополимера (Б), имеющего гидролизуемую группу.

12. Добавка для бетона по одному из пунктов 1 - 11, причем в добавке для бетона содержится 0,001 % по массе или более и 0,150 % по массе или менее компонента (В) регулирования вязкости на (мет)акриловой основе.

5 13. Добавка для бетона по одному из пунктов 1 - 12, причем в добавке для бетона содержится 0,10 % по массе или более и 20,0 % по массе или менее гидроксикарбоновой кислоты и/или сахара (Г).

10 14. Бетон, содержащий добавку для бетона по одному из пунктов 1 - 12, причем соотношение воды к цементу, которое указывает соотношение массы воды к массе цемента, составляет 45 % или более.

15 15. Бетон, содержащий добавку для бетона по одному из пунктов 1 - 12 и содержащий более 30 % по массе доменного шлака.

16. Применение добавки для бетона по одному из пунктов 1 - 12, причем добавку добавляют в бетон с соотношением воды к цементу, которое указывает соотношение массы воды к массе цемента, составляющим 45 % или более.

20 17. Применение добавки для бетона по одному из пунктов 1 - 12, причем добавку добавляют в бетон содержащий более 30 % по массе доменного шлака.